Die jungtertiären Ablagerungen am Nordostsporn der Zentralalpen und seines Südsaumes

Von

Artur Winkler-Hermaden

(Mit 1 Textfigur)

(Vorgelegt in der Sitzung am 23. Februar 1933)

In dieser Mitteilung soll in Form eines ausführlichen Vorberichts ein Überblick über die Ergebnisse geologischer Studien im Bereiche der Tertiärablagerungen des Nordostsporns der Zentralalpen und jener der südlich anschließenden Beckenlandschaft (Nordostteil der steirischen Bucht = Friedberger-Pinkafelder Teilbecken) vorgelegt werden. Für die mir zu diesem Zwecke von der Akademie der Wissenschaften in den Jahren 1929 und 1931 gewährten Unterstützungen erlaube ich mir, meinen besonderen Dank schon an dieser Stelle zum Ausdruck zu bringen.

Auf die Beziehungen der tertiären Ablagerungen des Nordostsporns zu jenen seiner nördlichen und östlichen Umrahmung (Wiener Becken, Landseerbucht) soll, wiewohl auch hierüber schon weitgehende Studien angestellt wurden, in dieser vorläufigen Mitteilung nicht eingegangen werden. Dies bleibt der ausführlichen, abschließenden Studie vorbehalten.

Die Untersuchungen an der Südabdachung des Nordostsporns wurden schon in den Jahren 1925/1926, änläßlich des Baues der Bahnlinie Friedberg—Pinkafeld begonnen (vgl. 32), sodann mit Unterbrechungen in den folgenden Jahren schrittweise fortgesetzt (vgl. 34) und in den Jahren 1931 (vgl. 36) und 1932 bei größerem Zeitaufwand im wesentlichen zum Abschluß gebracht.

Im folgenden sollen der Reihe nach die stratigraphischen, tektonischen und morphologischen Ergebnisse in den Hauptzügen skizziert werden.

I. Stratigraphische Ergebnisse.

A. Kohlenführende Tone und Sande.

Als älteste Bildung im untersuchten Bereiche werden kohlenführende Tone und Sande angesehen, die, bei geringer Mächtigkeit, nur an wenigen Stellen in den inneren und den nördlichen Teilen des Nordostsporns entwickelt sind und nur selten unter den übergreifenden, jüngeren Schotterdecken zutage treten (Kohlen vom Kulmariegl bei Aspang, bei Thomasberg, im Gebiete von Kirchberg am Wechsel, bei Leiding und Schauerleiten bei Pitten usw.). Sie gehören dem »Horizont der Lignite von Pitten« (E. Sueß) an, welcher nach dem heutigen Stande der Erfahrungen in die helvetische Stufe des Miozäns einzureihen ist.

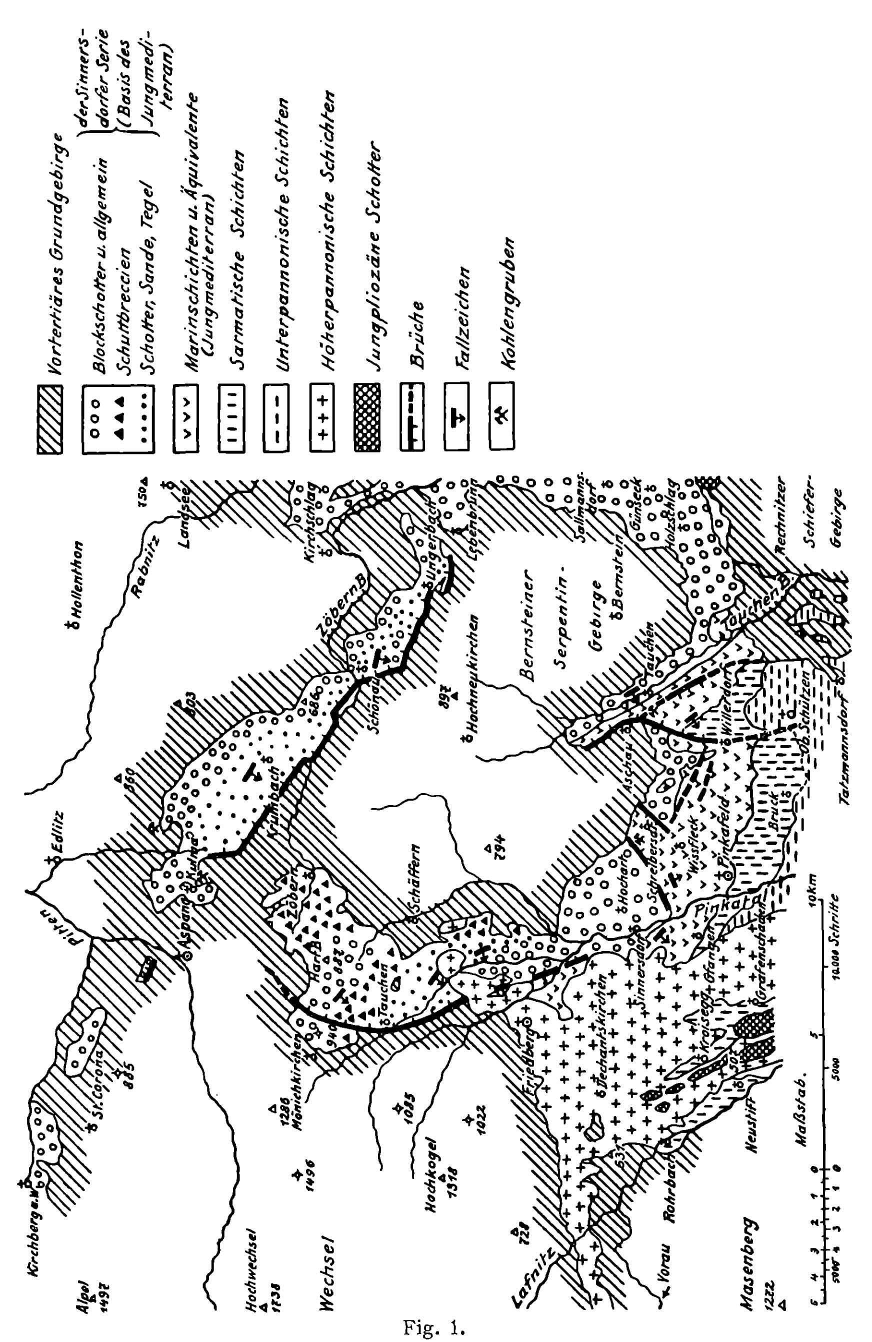


Fig. 1.

Zusammengestellt auf Grund eigener Aufnahmen, unter Benutzung der vorliegenden geologischen Karten und Skizzen von Bandat H. v., Hilber V., Hoffmann K., Jugovics v. L., Mohr H., Petrascheck W. und Wieseneder H.

B. Die Sinnersdorfer Konglomerate.

Das älteste, weiter verbreitete Schichtglied bilden die Sinnersdorfer Konglomerate, welche verschiedenartigen Landablagerungen entsprechen. Sie erscheinen — im Gegensatz zu den jüngeren Sedimenten — in ihrer Ausbreitung nicht nur an den Saum des Nordostsporns gebunden, sondern lagern in zahlreichen Lappen auch innerhalb der krystallinen Massen der Buckligen Welt und bauen sogar, wie schon Mohr erwiesen hat (16), die Wasserscheide zwischen dem steirischen und dem Wiener Becken (zwischen Pinka und Pittenfluß) auf. Die Sinnersdorfer Konglomerate sind eine, im einzelnen recht verschiedenartig ausgebildete Ablagerung von sehr bedeutender Mächtigkeit, welche unbeschadet auch stärkeren seitlichen Facieswechsels, doch eine gewisse Aufeinanderfolge erkennen läßt. Im Bereich des großen Hartberg-Tunnelprofils hatte bereits Mohr (16, p. 35) einen tieferen, aus kaum geschichteten, groben Blockbildungen bestehenden Teil von hangenden Schichten, die aus besser sortierten Schotter- und Kiesbänken, mit reichlichen Einschaltungen von Lettenlagen, zusammengesetzt sind, unterschieden. Die genaue, schrittweise Untersuchung der in manchen Schluchten gut aufgeschlossenen Sedimentfolge hat gezeigt, daß die Sinnersdorfer Konglomerate zum Teil auch Tiefenrinnen in einem unruhigen Relief auskleiden, wobei, teilweise wenigstens, die höheren Horizonte über letzteres nach O ausgreifen.

Die Sinnersdorfer Konglomerate erscheinen vor allem in drei Hauptstreifen:

1. In der Zone Mönichkirchen—Zöbern—Tauchen—Sinnersdorf—(Willersdorf).
2. In der teilweise unterbrochenen Senkungszone Kirchberg am Wechsel—Aspang—Krumbach—Schönau a. G.—Lebenbrunn.
3. In dem beide vorgenannten Zonen verbindenden Streifen Aschau—Grodnau—Holzschlag—Lebendorf—Karl.

1. In dem erstgenannten Streifen herrscht zwischen Mönichkirchen und Schäffernsteg, also in der Haupterstreckung, ein nach SW bis WSW gerichtetes, steileres Einfallen vor. Die tiefsten Lagen erscheinen demnach im nordöstlichen Teil bei Zöbern, die obersten dagegen am Saume des nordoststeirischen Beckens zwischen Friedberg und Sinnersdorf.

Es lagern in dieser Zone übereinander:

a) Mächtige, vorwiegend aus ungerolltem Schutt bestehende Trümmerbreccien: Muren-, beziehungsweise schwach umgelagerter Gehängeschutt mit reichlich beigemischter Roterde als Bindemittel (Zöbern).

b) Eine mehr oder minder gut gerollte, grobe Wildbachablagerung mit sehr großen Blöcken von Granit, Glimmerschiefer, Wechselgneisen, Semmeringquarziten usw. (Mönichkirchen, am »Hartberg«).

c) Eine aus eckigen Trümmern gebildete Schieferschuttablagerung, zum Teil aus grünlichen Wechselgneisen und Schiefern zusammengesetzt (Murenschuttstrom), welche zwischen dem Hartberge und den Ortschaften Tauchen und

Spital die Gehänge bildet und auch im großen Hartberger Tunnel durchörtert wurde.

d) Eine sehr mächtige, aus einem Wechsel von vorwiegend gut gerollten, gröberen und feineren Schottern, mit eingeschalteten Schuttbreccien und sandig-tegeligen Lagen bestehende Wildbach-, Bach- und Flußablagerung (Tauchen-Tanzegg, südwestlich Schäffern).

e) Als vermutlich oberstes Glied[1] schließlich ein im Raume nordöstlich von Friedberg sich bis über Sinnersdorf hinaus erstreckender, grober Wildbachschotter mit vielen Riesenblöcken. Das sind die typischen Sinnersdorfer Konglomerate, welche durch das reichliche Auftreten von Granitgeröllen (nebst Glimmerschiefern usw.) gekennzeichnet sind.[2]

Unter Berücksichtigung sehr zahlreicher Messungen des Streichens und Fallens ergab sich für die beiden oberen Horizonte »*d*« und »*e*« eine Mächtigkeit von etwa 1500 *m*. Eine auch nur annähernd sichere Schätzung der Mächtigkeit der schlecht aufgeschlossenen, viel stärker durch Brüche zerstückelten und oft nur andeutungsweise geschichteten tieferen Komplexe (»*a*« bis »*c*«) ist unmöglich. Jedenfalls ist auch ihre Mächtigkeit sehr beträchtlich. Würde man hier gleiche Neigungen wie in den auflagernden Schichten voraussetzen, so käme man zu einer Mindestmächtigkeit von 2000 *m*, was offenbar aber zu hoch gegriffen ist. Auch beim Bau des großen Hartbergtunnels ist die sehr bedeutende Mächtigkeit dieser Komplexe festgestellt worden. Es ist klar, daß solch' gewaltige Schuttanhäufungen nur auf tektonisch belebtem Boden, in gebirgsnahen Senkungen, zur Aufschüttung gelangen konnten.

Der ganze Komplex der Sinnersdorfer Konglomerate streicht in seiner vollen Breite gegen N, beziehungsweise ONO in die Luft aus, wobei unter ihm, im Raume südlich von Aspang—Krumbach, die kristalline Unterlage hervortritt und höhere Bergrücken bildet.

Inmitten der vorbesprochenen miozänen Schichtfolge taucht beim Weiler Spital eine schon von Mohr (16, p. 47) entdeckte kristalline Scholle auf. Sie wird im N von steil aufgerichteten (stellenweise saigeren) Schuttbreccien, im S von steil gestellten Sinnersdorfer Schottern flankiert und als ein durch die Sedimentdecke durchragender Rest der einstigen, den Blockschutt liefernden Steilwand des miozänen Gehänges aufgefaßt. Hernach wurde sie, wie ich annehme, durch Senkungen, von den übergreifenden Wildbach- und Flußschottern eingedeckt, um erst durch jüngere Störungen und nachfolgende Abtragung wieder teilweise bloßgelegt zu werden.

2. An die das Liegende von 1. bildende, im Raume zwischen Zöbern und Krumbach stark eingeengte, kristalline Zone schließt sich nordostwärts abermals ein nahezu den ganzen Nordostsporn (mit geringen Unterbrechungen) durchsetzender, vorherrschend nach WSW einfallender Tertiärstreifen an. Er bildet das dem Wechsel im N vorgelegene miozäne Hügelland der Senke von Kirchberg a.W., die mit ihren Ausläufern bis gegen das Pittental heranreicht, und findet weiter östlich in der Tertiärscholle des Kulmariegels bei Aspang und in der langgedehnten Senkungszone Krumbach—Schönau a. G. seine Fortsetzung, um sich über Ungerbach und Lebenbrunn, nahezu ununterbrochen, bis zum Gebirgsrand gegen die Landseer Bucht (Ostsaum des Nordostsporns) zu verlängern.

---

[1] Es wird hier vorausgesetzt, daß das sichtbar einheitliche Fallen der Schichten durch keine größere Störung beeinträchtigt wird.

[2] Die das Hangende dieser Schichten bildenden Schotter und Sande rechne ich nicht mehr den Sinnersdorfer Konglomeraten zu, wiewohl sie mit ihnen offensichtlich durch Wechsellagerung verknüpft erscheinen.

Die obertägigen Aufschlüsse und die schon von W. Petrascheck beschriebene Bohrung von Schönau a. G. gewähren ein hinreichend, klares Bild über den Aufbau dieser Zone. Die Schichtlagerung zeigt im Raume von Krumbach—Schönau im allgemeinen ein SW bis WSW gerichtetes Einfallen, sodaß die älteren Schichtglieder am Nordostsaum der Zone zutage treten.

In diesem Schichtstreifen bilden *a)* grobe Blockschotter mit Einschaltungen von Schuttbreccien, unter denen an einigen Stellen die schon erwähnten kohlenführenden Tegel und Sande auftreten, den tieferen Teil (Kulmariegel, Kühriegel, Glanzriegel bei Krumbach, Höhen nordwestlich von Schönau). Es sind gebirgsnahe Wildbachschuttkegel und Schuttströme.

Hierüber folgt *b)*, eine mächtige Serie von Bach- und Flußschottern, die aus besser abgerolltem Material, hauptsächlich Quarzen, Quarziten, Glimmerschiefern und Graniten bestehen und in ihrem höheren Teil Tegel- und Sandzwischenschaltungen aufweisen (Krumbach, Schönau Ort). Ihnen lagern, nahezu in der ganzen Krumbacher Senke, wohlgerundete Schotterlagen auf, die eine reichliche Beimengung von Geröllen aus dem Kalkalpen- und Semmeringmesozoikum — in einzelnen Lagen sogar ganz überwiegend (Schönau Ort) — enthalten. Nach ihrer weiten Verbreitung in dem nahezu nur aus kristallinen Gesteinen umgrenzten Raum und auf Grund ihrer räumlichen Verteilung sind sie durch einen vom Semmeringgebiet absteigenden Fluß aufgeschüttet worden. Auch das Miozän südlich von Kirchberg a. W. ist lagenweise ganz aus mesozoischen Geröllbildungen zusammengesetzt. *c)* Im Profil südlich von Schönau a. G. sind im Hangenden der dort mächtiger entwickelten Sande, Tegel und Kleinschotter wieder gröbere Schotter gelagert, die im oberen Teil auch einzelne Blockschotterlagen enthalten. Sie sind reich an Granitgeröllen, dann an Einschlüssen von Glimmerschiefern, Quarzen, Quarziten usw.

Die Sinnersdorfer Schichten der Senke von Krumbach erwiesen sich als wesentlich ausgedehnter, wie bisher bekannt; so im Gebiete südwestlich von Krumbach, nördlich und nordöstlich von Schönau und zwischen Schönau und Ungerbach. Für letzteren Raum geht dies schon aus Wieseneder's Kartenskizze (28) deutlich hervor. Über die Mächtigkeit der Beckenfüllung gibt die Bohrung von Schönau a. G. Auskunft, welche, obwohl hart am Grundgebirgssaum niedergebracht, doch bis zu einer Tiefe von 425 *m* in Tertiär verblieben ist und dort angeblich in einem Grünstein stecken blieb (vgl. hiezu W. Petrascheck, 19, p. 35). Nach dem Bohrberichte wurde in der Tiefe von 323 bis 383 *m* nur »sandiger Kalkstein« angetroffen. Das waren zweifellos die gleichen Lagen, wie die östlich des Ortes Schönau — bei steilem (50 bis 60°) Südwestfallen — obertags ausstreichenden Kalkschotter. Der bei 425 *m* angefahrene Grünstein war vielleicht ein Block im Blockmiozän, welches nach den Geländeaufschlüssen im Liegenden der erbohrten Schichten zu erwarten ist. Eine auf zahlreiche Fallmessungen basierte Berechnung der Schichtmächtigkeit des Miozäns ergab für den im Bohrloch durchörterten Komplex, zuzüglich der in dessen Hangenden obertags gut aufgeschlossenen Schichten (Schönau), eine Gesamtmächtigkeit von rund 800 *m*. Die liegenden Blockschotter können auf etwa 400 bis 500 *m* örtlicher Mächtigkeit geschätzt werden. Ohne Berücksichtigung der jedenfalls schon abgetragenen Hangendpartien kann demnach die Gesamtmächtigkeit der Ablagerung auf 1200 bis 1300 *m* taxiert werden.

Die Senke von Krumbach wird, im Sinne der durchaus bestätigten Auffassung von W. Petrascheck, im SW, von einer großen Störung begrenzt, an welcher, bei südwestlichem Einfallen, auch die jüngeren Horizonte der Beckenfüllung, zum Teil mit steileren Neigungen, am Krystallin abstoßen. Zweifellos hatten die Miozänschichten sich ursprünglich sowohl nach SW, wie nach NO viel weiter ausgedehnt. Es steht auch außer Zweifel, daß — über den zwischengelegenen kristallinen Streifen hinweg — eine Verbindung

mit den nach NO sich in die Luft aushebenden Sinnersdorfer Schichten der Zone Mönichkirchen—Tauchen—Sinnersdorf bestanden hatte. Letztere schließen sich auch der Facies nach im allgemeinen gut an die Ablagerungen der Krumbacher Senke an. Mit diesen Feststellungen erachte ich einen Beweis für die schon 1929 (34, p. 54) vermutete, weitgehende Eindeckung eines großen Teils des Nordostsporns der Zentralalpen mit miozänen Sedimenten erbracht.

Weiter nördlich der Krumbacher Senke treten erst bei Bromberg, dann bei Leiding, Pitten und Schauerleiten wieder Miozänschotter auf, welche hier nicht näher besprochen werden sollen. Es sei nur hervorgehoben, daß die Schotter von Bromberg, zuerst von H. Hassinger (8, p. 183) erwähnt, miozäne Schotter sind und durch das reichliche Auftreten tektonisch zerdrückter Gerölle auf ihre Lage in einer »Einklemmung« hinweisen; ferner, daß die Schotter von Leiding sich bis zum Schloßhügel von Pitten erstrecken, und daß auch westlich des Pittentals bei Sebenstein (westlich des Ortes) unter den übergreifenden jüngeren Quarzschottern gestörte Reste der miozänen Kalkschotter aufzufinden waren.

Auf die noch weiter nördlich gelegenen Miozänschotter von Schauerleiten, Schleinz und Walpersbach hat kürzlich W. E. Petrascheck (21) verwiesen.

3. Die Sinnersdorfer Konglomeratzone Aschau—Grodnau—Holzschlag—Salmannsdorf—Karl entspricht einer im wesentlichen aus groben Wildbachschottern (mit großen Blöcken) zusammengefügten Schuttablagerung. Sie fällt entlang des Tauchenbachtals mit steileren Neigungen (bis 50°) nach SW ein und kann ihre Mächtigkeit bis zu 400 *m* geschätzt werden. Beim Kohlenbergwerk Tauchen wurde 126 *m* tief im Blockschotter gebohrt (Petrascheck, 20), zweifesohne ohne ihn zu durchsinken. Besonders im Gebiete zwischen Aschau und Willersdorf erwies sich der Verbreitungsbereich der Sinnersdorfer Konglomerate wesentlich ausgedehnter, als auf der Karte Hilber's dargestellt. (Vgl. auch die Abgrenzung des Kristallins gegen Tertiär auf der Kartenskizze Wieseneder's, 28.)

Der Geröllbestand zeigt Granite, Glimmerschiefer und andere kristalline Gesteine. Die gleiche Zusammensetzung weisen die Blockschotter auch in der Zone Grodnau—Holzschlag dort auf, wo sie zwischen den Gesteinen des Serpentingebirges von Bernstein im N und den paläozoischen Schiefergesteinen der Rechnitzer Schieferinsel im S lagern. Hier sind Anzeichen für einen synklinalen Bau des Sinnersdorfer Streifens vorhanden. Das, soweit meine Feststellungen reichen, vollständige Fehlen von Geröllen aus den einfassenden Gebirgszügen (mit Ausnahme der Basis) erscheint mir unter der Annahme verständlich, daß diese damals noch keine Aufragungen bildeten, sondern zum guten Teil unter dem Schuttmantel der Sinnersdorfer Schotter begraben lagen. In analoger Weise sind auch noch die an der Straße Lockenhaus—Kirchschlag, östlich von Geresdorf, am Nordsaum der Rechnitzer Schieferinsel, gelagerten Sinnersdorfer Schotter ausgebildet.

C. Der „Komplex der Marinschichten" am Saume der Friedberg-Pinkafelder Bucht.

Durch Hoffmann (10) waren im Gebiete von Pinkafeld schon im Jahre 1877 Marinschichten bekanntgemacht und ihnen ein größeres Verbreitungsgebiet beiderseits der Pinka, zwischen Sinnersdorf, Pinkafeld, Wiesfleck und Schreibersdorf, zugeschrieben worden.

Dagegen wurden die an diesen Raum östlich anschließenden, schotterreichen Sande im Dreieck Willersdorf—Mariasdorf—Aschau dem Sarmat zugewiesen. Hilber hat hingegen im Jahre 1894 (9), auf der für die geologische Reichsanstalt aufgenommenen geologischen Karte und im Text hiezu, beide Bereiche, mit Ausnahme von je einer kleinen Partie bei Wiesfleck und Schreibersdorf, den Kongerienschichten zugezählt.

Zahlreiche Funde mariner Fossilien, die ich in der weiteren Umgebung von Pinkafeld machen konnte, so an der Bahnlinie nördlich von Gfangen (Pinkafeld NW), südöstlich von Gfangen, beim Abdecker (Pinkafeld NW), beim Friedhof von Pinkafeld und in zwei Hohlwegen östlich, beziehungsweise südöstlich von Wiesfleck,[1] lassen nunmehr mit Sicherheit angeben, daß die ältere Hoffmannsche Ausscheidung im Bereich von Pinkafeld im wesentlichen zutreffend gewesen ist. Das Marin von Pinkafeld hat demnach eine viel weitere Ausbreitung, als ihm unter Zugrundelegung von Hilber's Kartierung zugeschrieben worden war.

In dem östlich anschließenden Raume (Willersdorf—Aschau—Mariasdorf) ist aber, im Gegensatz zu Hoffmann's (Sarmat) und Hilber's (Kongerienschichten) Auffassung, Marinschotter vorhanden, wie die von Liebscher (14) und Petrascheck (20) aus verschiedenen Kohlenbohrungen angegebenen Marinversteinerungen (mediterrane Cerithien, Buccinen usw.) erweisen. Die Meeresschichten werden aber, wie meine Auffindung einer fossilreichen sarmatischen Schicht schon am Nordausgang von Willersdorf zeigt, gegen S (SW) von zum Teil ähnlich ausgebildeten, sarmatischen Mergeln, Sanden und Schottern bedeckt.

Zwischen den Sinnersdorfer Konglomeraten und den jungmediterranen Marinschichten wurde, den knappen Angaben Hoffmann's (10) folgend, eine Diskordanz vorausgesetzt (9, 19). Meine Begehungen haben indessen schon 1927 (32) ergeben, daß — nach den schönen Aufschlüssen an der damals im Bau befindlichen Bahnstrecke Friedberg—Pinkafeld zu urteilen — eine allmähliche Entwicklung der »Marinschichten« aus den Sinnersdorfer Konglomeraten anzunehmen ist. Eine scharfe Trennung beider ist überhaupt nicht durchführbar, indem sich in die Blockschotter im Hangenden in zunehmendem Maße Sande und stärker ausgelesene Schotter einschalten und die Kompaktheit der Ablagerung sich verliert. Gleichzeitig ändert sich der Geröllbestand allmählich, indem Quarze und verschiedenartige kristalline Schiefergesteine, nebst Quarziten, vorherrschend werden, die Granitgerölle aber zurücktreten. Riesenquarze sind häufig. Dieser Übergang vollzieht sich im Bereiche des Pinkatals am Gehänge westlich von Sinnersdorf, wobei auch noch diese höheren Schichten eine ausgesprochene Aufrichtung erkennen lassen

[1] Schon W. Petrascheck (20) hatte auf eine größere Ausbreitung des Marins, das er den Grunderschichten gleichstellte, im Raume östlich von Wiesfleck verwiesen.

(westlich von Sinnersdorf 20 bis 30° Südwestfallen) und von Brüchen durchschnitten sind (z. B. Sinnersdorf südlich). Weiter im Hangenden stellen sich dann fossilführende Marinsedimente (zwischen Sinnersdorf und Gfangen) ein, welche in Aufschlüssen nahe der Bahn Pecten, *Cardita* usw. enthalten und mit 15° nach SSW einfallen.

Die kleine Teilbucht von Wiesfleck — Schreibersdorf — Talheim verdankt zweifellos einem späteren Einbruch im Bereiche der Sinnersdorfer Konglomerate ihre Entstehung. An ihrem Nordsaum fällt die »Marinserie« am Rande mit 15 bis 20°, weiterhin flacher nach S (SO) ein. Die Marinschichten des Teilbeckens zeigen nachstehende, in mehreren Profilen wiederkehrende Gliederung: Über den Sinnersdorfer Konglomeraten oder diesen vermittels eines Bruchs angelagert, bildet *a)* ein unterer Sandzug das tiefste Schichtglied (= Sande von Schreibersdorf, südöstlich Hochart und von Sinnersdorf), an dessen Basis vermutlich das Flötz von Schreibersdorf zu setzen ist, dessen Deckschichten eine brackische Fauna (mit Cerithien) führen; *b)* darüber ein geringmächtiger Leithakalk (auch mit Korallen), bisher nur südlich von Schreibersdorf bekannt, nunmehr auch südlich von Hochart festgestellt;[1] *c)* eine gröbere, aus quarzreichen Schottern bestehende Ablagerung, welche gegen O anscheinend an Mächtigkeit zunimmt und die Hügel unmittelbar nördlich von Wiesfleck bildet; *d)* ein oberer Sandhorizont aus etwas tonigen, bröckligen Sanden bestehend, welche zahlreiche, wenn auch nur schlecht erhaltene Abdrücke von Marinresten enthalten und flach südlich einfallen (Aufschlüsse in den Hohlwegen südlich und östlich von Wiesfleck); *e)* eine nur wenige Meter mächtige, am höheren Gehänge südlich von Wiesfleck verfolgbare Schotterlage; schließlich *f)* obere Sande und Tegel, welche Abdrücke von *Corbula* führen und demnach noch dem »Marin« zuzuzählen sind (unmittelbar bei und nordöstlich von Pinkafeld).

Die Gesamtmächtigkeit der Marinserie möchte ich auf 500 bis 600 *m* schätzen. Im Markte Pinkafeld wurde im oberen Teil der Marinserie 190 *m* tief gebohrt und dort ein Schotter, vielleicht der Horizont *e)* erreicht.

An das Teilbecken von Wiesfleck—Schreibersdorf schließt sich östlich, durch einen Aufbruch von Sinnersdorfer Konglomeraten in schlecht aufgeschlossenem Gelände geschieden, das Kohlengebiet von Tauchen[2] an, dessen Untersuchung Herr Dr. F. E. Klingner in Leoben vom montangeologischen Standpunkt aus durchführte und hierüber demnächst berichten wird. Ohne darauf weiter einzugehen, sei nur betont, daß die Kohle in ähnlicher Position wie jene von Schreibersdorf — im Hangenden der Sinnersdorfer Konglomerate und an der Basis eines mächtigeren, marinen Sand-Schotter-Komplexes — auftritt, und daß auch hier Anzeichen für stratigraphische Übergänge zwischen beiden erwähnten Komplexen bestehen. Die früher angeführten marinen Fossilien stammen aus den hangenden Sandmassen, und zwar aus höheren Lagen derselben.

Die in diese Marinserie reichlicher eingeschalteten Schotterbänke zeigen, im Gegensatz zu den Sinnersdorfer Konglomeraten, eine deutliche Auslese, enthalten aber nebst Quarzen und Quarziten auch noch viel kristallines Material.

Vom Kohlengebiet von Tauchen aus greift ein Schichtstreifen auf etwa 3 *km* über Aschau bis über die niederösterreichische Grenze bei Maltern zungenförmig in das Kristallin ein, der bisher zum

---

[1] Auf dieses Vorkommnis wurde ich durch Herrn Lehrer Grutzler, Schulleiter in Hochart, freundlicherweise aufmerksam gemacht.

[2] Tauchen bei Oberschützen, nicht zu verwechseln mit der gleichnamigen Ortschaft Tauchen bei Friedberg.

Sinnersdorfer Konglomerat gerechnet wurde, in seinen höheren Lagen aber aus besser ausgelesenen Schottern und aus Sanden (sandigen Tegeln) der Marinserie besteht. Nördlich Aschau sind auch diese jüngeren Schichten noch stärker geneigt (35° WSW-Fallen). Zweifellos ist diese Scholle gegen W hin durch einen NW streichenden Bruch einseitig begrenzt.

Im Bereiche dieser Schichtzone gelang es mir, zwei merkwürdige Gesteinsvorkommnisse aufzufinden (vgl. 37). Es handelt sich einerseits um einen, die Schichten steil durchsetzenden Gang eines hellen Gesteins eruptiver Herkunft (Andesit nach der petrographischen Diagnose von H. P. Cornelius; vgl. 5), anderseits um eine, im wesentlichen aus zusammengebackenen Sedimentschollen mit Schottergeröllen bestehende Masse, vermutlich eine vulkanische Schlotfüllung. Ersteres Vorkommnis liegt westlich vom Tauchental, unmittelbar östlich von Aschau, das zweite unweit südlich davon, 1 *km* westnordwestlich von Tauchen (Aschau südöstlich). Die tieferen Lagen der »Marinserie« werden noch durchbrochen, sodaß die Ausbrüche frühestens im Jungmediterran eingetreten sein können.

Während die Marinsedimente des besprochenen Bereichs südwärts normal unter sarmatische Schichten absinken, werden sie im NW (westlich, südwestlich und nordwestlich von Sinnersdorf) diskordant von groben Schottern und Sanden überdeckt, die ich schon zu einer höherpannonischen Serie rechne. Im Hochstraßtunnel, südlich von Friedberg, wurde beim Tunnelbau eine große Verwerfung angeschnitten, an welcher ein aus Tegeln und Sanden mit Kohlenschmitzen bestehender Komplex gegen grobe Schotter und Sande abgesunken erschien (32). Letztere enthielten, nach Ehrenberg's Bestimmung (6), Knochen von Land- und Meeressäugern. Ich erhielt auch Muschelabdrücke, die wahrscheinlich zu *Psammobia*[1] gehören (32). Wahrscheinlich liegt in den knochenführenden Tonen und Sanden, sowie auch im Hauptteil der im Tunnel angefahrenen Schotter die Fortsetzung der Marinschichten von Pinkafeld vor,[2] welche sonach auch noch das untere, westliche Pinkagehänge zwischen Haideggendorf und Friedberg zusammensetzen.[3]

In einer kleinen Schlucht östlich vom Markte Pinggau bei Friedberg fand ich in einem Schachte, welcher behufs Gewinnung von Tonen abgeteuft worden war,

---

1 Die Aufschlüsse beim Tunnelbau werden in der abschließenden Studie ausführlicher beschrieben werden.

2 Es sei aber betont, daß die spärlichen Reste aber die Entscheidung, ob Marin oder Sarmat vorliegt, nicht sicher zulassen.

3 In meiner Mitteilung vom Jahre 1927 (32) hatte ich vermutet, daß die »Friedberger Schotter«, denen Mohr (18) den ganzen Raum südlich und südöstlich von Friedberg (einschließlich des Hochstraßrückens) zugeschrieben hatte, als Äquivalent der Marinserie von Pinkafeld zu betrachten seien. Die weiteren Begehungen zeigten jedoch, daß dies offenbar nur für einen Teil gilt (Bereich des Hochstraßtunnels und der anschließenden Gehänge gegen Haideggendorf), daß aber die Hauptmasse der groben, quarzreichen Schotter bei und südwestlich von Friedberg doch vermutlich, im Sinne Mohr's, einer wenig gestörten, jüngeren (höher-pannonischen) Ablagerung angehört.

ein hellgraues, wenig verfestigtes, biotitreiches Material heraufgefördert, das an einen Andesittuff erinnert. Leider ist es obertags nirgends aufgeschlossen. Es scheint nicht zu der in diesem Graben anstehenden Serie von Schottern und Sanden (vermutlich höheres Pannon) zu gehören. Wahrscheinlich ist es älter und ein Gegenstück zu den Tuffen von Aschau.

Am jenseitigen, südwestlichen Saum der Friedberg-Pinkafelder Bucht, dem Hartberger Gebirgssporn, sind keine Marinschichten bekannt und transgredieren dort sarmatische Ablagerungen, vielfach allerdings unter Zwischenschaltung von groben Blockschottern, über das kristalline Grundgebirge (vgl. Winkler, 29, und Brandl, 4).

Im allgemeinen ergibt sich bei der Marinserie der Friedberg-Pinkafelder Bucht das Bild einer fossilarmen, fast kalkfreien Sand- und Schotterablagerung, die örtlich und zeitlich stark unter dem Einfluß zuströmenden Flußwassers und teilweiser Aussüßung gestanden sein muß.

D. Die sarmatischen Schichten.

Die sarmatischen Schichten im Bereiche der Pinkafelder Bucht schließen sich, nach Fazies und Lagerung, eng an die Marinschichten an, so daß ihre Abtrennung nur in großen Zügen möglich ist. V. Hilber (9) hatte die ältere Angabe Hoffmann's (10) über das Vorkommen fossilführender sarmatischer Schichten bei Pinkafeld bezweifelt und die bezüglichen Sedimente als »Tone und Schotter der Congerienschichten« angesehen. Meine Begehungen ergaben aber, daß tatsächlich ein breiter Streifen sarmatischer Schichten aus dem Raume von Willersdorf und Oberschützen über Pinkafeld und Grafenschachen bis Neustift a. d. Lafnitz durchzieht, wo er seinen Anschluß an das von Hilber und Brandl (4) geschilderte Sarmat von Grafendorf und Rohrbach (am Hartberger Sporn) findet. Eine allerdings nur spärliche Anzahl von Fossilfundpunkten markieren die sarmatische Zone (fossilreiche Mergel nördlich von Willersdorf mit Cardien, Ervilien, *Modiola* usw.; sarmatische Lummachelleschicht mit *Ervilia, Tapes,* Cardien usw. auf der Höhe $1^1/_2$ *km* östlich von Pinkafeld; typischer, sarmatischer, fossilreicher Kalkstein an der Straße Pinkafeld—Oberschützen, nahe ersterem Orte; fossilführende Tegel und Sande im Stadtpark südlich von Pinkafeld; im Hohlweg östlich von Gfangen; nördlich von Grafenschachen; südwestlich von Kroisegg und südöstlich von Neustift a. d. Lafnitz).

Im Gebiete von Pinkafeld läßt sich feststellen, daß der tiefere Teil der sarmatischen Schichten vorherrschend tegelig-sandig, der höhere aber stärker sandig-schottrig ausgebildet ist. Auch die sarmatischen Ablagerungen zeigen überall noch eine deutliche, einheitliche Neigung, welche allerdings meist nur 5 bis 10° beträgt. Im allgemeinen schmiegt sich das Sarmat, bei Ausflachung, der unterlagernden Marinserie in seiner Lagerung an.

Am Nordwestende der Sarmatzone zeigt sich ein deutlicher Abfall vom Grundgebirge des Hartberger Sporns bei Rohrbach a. d. Lafnitz. An einem von mir neuaufgefundenen Sarmatvorkommnis sind hier, nahe der großen Eisenbahnbrücke

nördlich vom Bahnhof Rohrbach-Vorau, über dem Kristallin zuerst fossilleere Sande mit Geröllmaterial und eckigen Einschlüssen, darüber mit 15 bis 20° (örtlich noch steiler) nach S einfallende Sandlagen mit Cerithien, dann grünliche Tegel mit Ervilien, Cardien, Neritinen usw. aufgeschlossen. 1 *km* südöstlich davon fallen (beim Orte Rohrbach) die schon von Hilber (9) erwähnten sarmatischen Tegel mit 10 bis 25° nach OSO ein.

Die Mächtigkeit der sarmatischen Ablagerungen kann auf 200 bis 300 *m* geschätzt werden. Im Raume zwischen Rohrbach und Pinkafeld werden auch die sarmatischen Schichten diskordant von Schottern und Sanden überdeckt, die ich in das höhere Pannon stelle. (Aufschlüsse a. d. Lafnitz nordnordwestlich von Rohrbach und am Ostgehänge des Tales unmittelbar bei den Häusern von Rohrbach.)

Die Begehungen haben somit die Existenz des auch durch Fossilien gut belegten Sarmats im Bereiche der Sand-Schotter-Fazies der Pinkafelder Bucht einwandfrei erhärten können.

E. Die pannonischen Schichten.[1]

Das Unterpannon entwickelt sich, wie ganz allgemein im steirischen Becken (Gebiet von Hartberg, Gleichenberg und Feldbach), unmerklich aus den obersarmatischen Schichten, so daß eine Diskordanz zwischen beiden Komplexen — unbeschadet häufiger, örtlicher Trockenlegungen im Obersarmat — bestimmt nicht besteht.[2] Dagegen deutet sich eine Transgression des Unterpannons im ganzen steirischen Becken nach der Schichtfazies (feine Tegel) an, wie sie auch im Wiener Becken entwickelt ist.

Das Unterpannon der Friedberg-Pinkafelder Bucht ist ebenfalls in Form von hellgrauen Tegelmergeln und Feinsanden ausgebildet, welche lagenweise reichlich Cardien, Ostracoden, Planorben und die schon von K. Hoffmann erwähnte *Congeria banatica* enthalten.

Eine Anzahl von Fundpunkten der Congerienfauna hatte bereits Hilber erwähnt; so südlich von Pinkafeld, von Neustift a. d. Lafnitz, nordöstlich von Oberschützen usw. Ich fand noch weitere paläontologische Fixpunkte für diese sehr bezeichnende Ablagerung. (Auf der Höhe »Beim Gericht« westlich von Pinkafeld, östlich von Neustift a. d. Lafnitz, östlich von Loipersdorf bei Grafenschachen, südwestlich von Bruck bei Oberschützen.)

Auch die unterpannonischen Schichten zeigen noch flache, aber deutliche Neigung, vorherrschend nach S, schließen sich also in bezug auf die Lagerung ebenfalls noch den älteren Komplexen an.

Es besteht kein Zweifel, daß die angegebenen fossilführenden Bildungen, gleichwie die analog ausgebildeten Congerientegel im übrigen Teil der steirischen Bucht, den tiefsten Lagen des Pannons

---

[1] Bezüglich der Bezeichnungsweise der unterpliozänen Schichten im Wiener Becken vergleiche F. Friedl (7) und bezüglich der Nomenklatur der pliozänen Ablagerungen Osteuropas (einschließlich pannonischen Beckens) die Studie von J. Krejci-Graf in Geol. Rundschau, 1932, p. 289—339.

[2] Dies sei mit Rücksicht auf die gegenteilige, zuletzt von Krejci-Graf in vorzitierter Arbeit ausgesprochene Ansicht, nämlich, daß das Pannon vom Obersarmat am Ostalpenrand durch eine große Diskordanz getrennt sei, besonders hervorgehoben.

im Wiener Becken entsprechen (Schichten mit *Cong. ornithopsis*), deren Leitform übrigens auch an vielen Stellen im steirischen Becken häufig auftritt. Das Unterpannon zeichnet sich durch die auffällig feinkörnige Beschaffenheit des Sediments und durch die Beständigkeit seines Schichtcharakters auf größere Strecken hin aus.

Alle vorerwähnten Schichten, einschließlich des Unterpannons, werden, wie schon mehrfach angedeutet wurde, diskordant von einem jüngeren Schotter- und Sandkomplex (mit untergeordneten Tegellagen) überdeckt, welcher — bei nahezu söhliger Lagerung — von SO vorgreift und im Raume zwischen Friedberg—Dechantskirchen und Rohrbach bis ans Kristallin heranreicht. Hilber hat diese Ablagerungen auf seiner handkolorierten Karte, wenn auch unter irrtümlicher Miteinbeziehung von marinen und sarmatischen Schichten, als »Schotter der Congerienschichten« ausgeschieden, während Mohr im wesentlichen denselben Komplex als »Friedberger Schichten« bezeichnet hat.

Der Kontakt dieser Ablagerung mit dem Sarmat ist bei Rohrbach (nordwestlich des Ortes an der Lafnitz und östlich des Ortes) aufgeschlossen, an welch beiden Stellen der Eindruck flach diskordanten Übergreifens der Schotter über geneigte sarmatische Schichten deutlich zu gewinnen ist. Dieselbe Diskordanz ist in einem Hohlwege südöstlich von Neustift a. d. Lafnitz festzustellen, woselbst grobe deltageschichtete[1] Schotter unmittelbar und zweifelsohne diskordant den liegenden unterpannonischen Tegeln aufruhen. Südwestlich von Sinnersdorf ist auf der Kuppe ✧ 549 das Vorhandensein der Diskordanz zwar nicht direkt im Aufschlusse sichtbar, aber bei dem Aneinandertreten von ganz flachgelagerten, in einer Schottergrube aufgeschlossenen, quarzreichen, pannonischen Schottern und den in einem tieferen Niveau nebenan erscheinenden, aufgerichteten Sanden der »Marinserie« handgreiflich.

Der ganze Bereich der in das höhere Pannon gestellten Schichten zeichnet sich durch das Auftreten grober, quarzreicher Schotter aus, die gelegentlich auch, wie speziell im Gebiete südlich des Hochstraß bei Friedberg, Quarzeinschlüsse bis 1 *m* Durchmesser und darüber aufweisen. Es liegt also ein bedeutender Schuttkegel vor, der lagenweise südwärts in ein Delta übergeht.

Am kristallinen Saum zwischen Friedberg und Dechantskirchen reichen die Schotter zum Teil bis nahe an 700 *m* Seehöhe hinauf, höher als bisher bekannt. Sie sind vorwiegend als grobe Blockschotter entwickelt, allerdings im Gegensatze zu den faziell nicht unähnlich ausgebildeten Miozänschottern, stets söhlig gelagert oder doch nur schwach beckenwärts geneigt, also kaum gestört. Auch ist ihre Anlagerung an das Grundgebirge noch die ursprüngliche, indem sie ein älteres Relief verhüllen. Der geradlinige Rand, mit welchem der Hochkogl (Vorberg des Wechsels) zur nordoststeirischen Tertiärbucht abfällt, dürfte zwar einem Bruch entsprechen, der aber im wesentlichen schon vor Ablagerung der in Rede stehenden groben Schotterserie entstanden sein muß.

---

[1] Innerhalb der hieher gehörigen Sand-Schotter-Ablagerungen ist eine deutliche Deltaschichtung auch bei Ehrenschachen zu beobachten.

Im Hintergrund des Talberger Grabens (Dechantskirchen nordwestlich) ist im Bachbett eine flach südfallende Partie rötlicher Tone mit eingeschlossenen eckigen Kristallinblöcken als Basis des Schotters aufgeschlossen: Ich sehe hier einen altpliozänen lateritischen Gehängelehm.

Die »Friedberger Schotter« greifen westwärts auf zirka 12 *km* in die Mulde von Vorau ein. Noch vor Ausführung meiner in diesem Gebiete unternommenen Touren hat mich Herr Schulleiter W. Brandl (Flattendorf) brieflich benachrichtigt, daß die Schotter dieser Zone Vorau—Dechantskirchen nicht, wie Hilber's Aufnahme zu entnehmen war, nur eine oberflächliche Schotterüberstreuung darstellen, sondern, daß sie von den Höhen bis unter die Sohle des tiefeingeschnittenen Lafnitztals hinabreichen und größere Ausdehnung besitzen. Ich kann dies vollkommen bestätigen. Es ergibt sich hier das Bild einer vorzüglich mit Grobschottern tief verschütteten Erosionsrinne, welche bei Dechantskirchen in die nordoststeirische Senke mündet. Vor dem Ausgange bildet die kristalline Scholle, auf welcher Schloß Talberg steht, einen isolierten Rest des hier schon stärker verschütteten, alten Reliefs. An dieser Örtlichkeit sind im Liegenden der groben, zum Teil wildbachartig ausgebildeten Schuttablagerungen auch reine Sande aufgeschlossen. (Vgl. auch R. Schwinner, 23, p. 253.)

Einer von NO her in das Friedberger Becken einmündenden, gleichartigen Schuttrinne scheinen die Schotter von Dirnegg bei Pinggau anzugehören, welche eine schmale Senke zwischen dem Kristallinabfall und einem kleinen, kristallinen Aufbruch, östlich von Pinggau, ausfüllen und auffällig tief in die Sinnersdorfer Konglomerate, wie schon aus Mohr's geologischer Karte (16) ersichtlich, eingreifen. Für die Beurteilung der Lagerung und der Beziehungen zu den Sinnersdorfer Konglomeraten ist insbesondere ein Aufschluß am Tauchenbach (weiter östlich von Friedberg) von Wichtigkeit. Über den hier steiler aufgerichteten (35° SW fallenden) und von Brüchen durchschnittenen Sinnersdorfer Konglomeraten lagern — völlig diskordant über die Schichtköpfe der Sinnersdorfer Schotter übergreifend — Sande und Schotter auf, gerade an jenem Teil des Gehänges, an welchem das weite Herabziehen der »Friedberger Schotter« zu beobachten ist, welch' letzteren die genannten auch zweifelsohne zugehören.

Die ursprüngliche Mächtigkeit der höherpannonischen Schichten im Friedberger Becken wird mit 200 *m* nicht zu hoch angegeben sein; ihr höherer Teil ist aber bis auf einzelne, dem Grundgebirge angeklebte Reste schon stark der Abtragung zum Opfer gefallen. In die bedeutende Störungs- und Abtragsphase, welche sich zwischen Unterpannon und höhere pannonische Sedimente einschaltet, ist, meiner Auffassung nach, auch die Ausbildung der hernach verschütteten Rinne Dechantskirchen—Vorau zu setzen.

F. Jungpliozäne Terrassenschotter.

Alle größeren Täler der Oststeiermark werden, wie meine Untersuchungen in den letzten zwei Jahrzehnten ergeben haben, über dem Niveau der Quartärterrassen noch von terrassenförmig angeordneten Schotter- und Lehmaufschüttungen begleitet, welche früher, soweit sie überhaupt bekannt waren, für pontische Schotter (Belvedereschotter) gehalten worden waren, jedoch jungpliozänen Fluraufschüttungen entsprechen.

Entlang der Lafnitz und deren größeren Nebenbächen greifen diese Terrassen auch in den untersuchten Bereich ein (vgl. hiezu auch 4). Während in den übrigen Teilen des steirischen Beckens, wo diese groben, quarzreichen Schotter einer aus Tegeln und Feinsanden bestehenden Pannonunterlage aufruhen, die Abtrennung vom Pannon klar und sicher erscheint, ist ihre Abscheidung im Bereiche der Friedberg-Pinkafelder Bucht von den zum Teil ähnlich ausgebildeten, höherpannonischen Schottern oft schwieriger.

Am Ostgehänge des Lafnitztales ist eine jungpliozäne Terrassentreppe (mit Schotter- und Lehmbedeckung), von 560 bis 480 *m* sich absenkend, feststellbar. Diese Terrassen sind entstanden, als die Abtragung die Sedimentfüllung des nordoststeirischen Beckens bereits wesentlich erniedrigt hatte und bildeten zeitweilige Stapelplätze für das Abtragsmaterial der jungpliozänen Erosionsfasen.

Auf die Quartärbildungen, welche in dem untersuchten Gebiet keine wesentliche Rolle spielen, sei hier nicht näher eingegangen.

II. Die tektonischen Ergebnisse.

Auf verschiedene tektonische Einzelheiten, wie sie in der Lagerung der Schichten zum Ausdruck kommen, ist bereits im vorhergehenden verwiesen worden. Es erübrigt demnach zusammenzufassen.

Vor und während der Ablagerung der so überaus mächtigen, mittelmiozänen Blockschotter und Bachschotter müssen sich im Bereiche des Nordostsporns bedeutende, ungleichmäßige, langdauernde Absenkungen vollzogen haben, die Raum für die Aufstapelung der Blockbildungen geschaffen haben. Mächtigkeit und teilweiser Riesenblockcharakter der durch Wildbäche und Bäche zugeführten Schuttmassen läßt ferner annehmen, daß eine gleichzeitige Hebung im Gebirge eine ständige Neubelebung der Erosion zur Folge hatte. Die mächtigen Schuttbreccien am Ostfuße des Wechsels, zwischen Zöbern und Tauchen, lassen die Existenz steiler, offenbar tektonisch angelegter Hänge erschließen, an deren Flanken die Schuttmassen — wohl in erster Linie durch Murengänge ausgebreitet — niedergelegt wurden. Nur bei Vorhandensein eines tektonisch belebten Rücklandes und einer ebensolchen Unterlage läßt sich die Entstehung der Sinnersdorfer Schuttbildungen begreifen.

Im großen betrachtet bilden die Sinnersdorfer Konglomerate, mitsamt den auflagernden, marinen, sarmatischen und unterpannonischen Schichten, eine einzige große Ablagerungsreihe, entsprechend dem von mir unterschiedenen dritten Zyklus in der jungen Entwicklungsgeschichte der Ostalpen (35). Schon die große Mächtigkeit auch der über den Sinnersdorfer Bildungen gelegenen Schichten (Marin-Unterpannon einschließlich), welche bei Seichtwassercharakter 800 *m* Mächtigkeit erreichen dürften, nötigt zur Annahme fortdauernder Senkungen in deren Bildungsraum. Es ist aber wohl sehr wahrscheinlich, daß gleichzeitig hiemit, schon vom Beginn der marinen

Überflutung (im Jungmediterran), eine langsame, schwächere Aufwölbung der das heutige Friedberger Becken im N begrenzenden, vorher zum Teil auch mit Sinnersdorfer Schichten bedeckten kristallinen Zonen (Hochwechsel, Bucklige Welt) erfolgt ist, wodurch dort schon im Laufe des höheren Miozäns namhafte Abtragungen, auch der Sinnersdorfer Schichten, eingeleitet werden mußten. Unter dieser Voraussetzung ist es auch verständlich, daß — trotz im großen und ganzen konkordanter Aufeinanderfolge — die einzelnen Horizonte, von den Sinnersdorfer Konglomeraten bis zum Unterpannon, einen jeweils abnehmenden Grad an Aufrichtung erkennen lassen. Dies dürfte demnach nicht allein auf die bei den jüngeren Horizonten zunehmende Entfernung vom Gebirgsrand (allmähliches Ausflachen nach dieser Richtung hin!) zurückgehen. Auch für die so bedeutende Abtragung im Bereich der Buckligen Welt (Abräumung der Sinnersdorfer Schichtdecke) steht nach dieser Auffassung ein längerer Zeitraum zur Verfügung.

Ich vermute auch, daß der große, die Krumbacher Senke im SW begrenzende Randbruch, die östliche Randstörung des Hochwechsels und andere Dislokationen in der Grundanlage schon in das höhere Miozän zurückgehen. Ohne Zweifel liegt aber eine ausgesprochenere Bewegungsphase im älteren Pannon, welche in der Diskordanz zwischen dem Unterpannon und den höherpannonischen Schichten zum Ausdruck kommt. Sie leitet den 4. orogenetischen Zyklus in der jungen Ostalpenrandentwicklung (35) ein. Wie aus den deutlichen Neigungen auch noch der sarmatisch-unterpannonischen Schichten am Gebirgssaum, und wie aus der offenbar gleichzeitig erfolgten Ausnagung, tiefer in das Gebirge eingreifender, später verschütterter Talungen hervorgeht, muß damals eine bedeutende Aufwölbung der Randgebirge eingetreten sein, an welcher auch noch der mit jüngeren Schichten bedeckte Beckensaum zum Teil teilgenommen hat.

Das Gesamtbild der durch diese Störungsphase und vermutlich schon vorangehende (höhermiozäne) Bewegungen geschaffenen Tektonik läßt nachstehende Einzelheiten erkennen:

An der Ost(Südost)flanke des Hochwechsels ist an einem Bruch, mit nach S zunehmender Sprunghöhe, ein NNW verlaufender Schichtstreifen von Sinnersdorfer Konglomeraten gegen diese Störung hin abgesunken, wobei er — bei einseitiger Aufrichtung — eine steilere, nach SW-WSW gerichtete Neigung, örtlich sogar eine saigere Aufrichtung erfahren hat (Zone Mönichkirchen—Tauchen—Sinnersdorf). In ähnlicher Weise ist in der langgestreckten Zone Kirchberg a. W.—Krumbach—Schönau—Ungerbach auf eine Erstreckung von 35 *km* ein nordwestlich verlaufender, mächtiger Saum von Sinnersdorfer Schottern, bei einseitigen südwestlichen und westsüdwestlichen Schichtneigungen, an einer durchlaufenden, die Zone im SW begrenzenden Störung in das Grundgebirge eingesenkt worden. Ein ganz analoger, wenn auch nur auf wenige Kilometer in das Grundgebirge eingreifender Streifen von Sinnersdorfer Schichten ist durch den schmalen Saum Grodnau—Tauchen—Aschau gegeben, welcher auch noch »Hangendschichten« enthält. Bei NW-NNW-Streichen der jungen Ablagerungen ist hier eine steile, SW (SSW) gerichtete Neigung der eingebrochenen Serie und ihr einseitiges Abstoßen an einem Bruch gegen SW (WSW) hin zu erkennen. Dieser Bruch ist auch noch im anschließenden Becken, sei es in seiner unmittelbaren Verlängerung, sei es in Gestalt eines Parallelbruches zu erkennen, wo er in dem schon von Petrascheck erwähnten,

das Kohlenfeld von Tauchen durchsetzenden, bedeutenden Verwurf analoger Streichrichtung zum Ausdruck kommt.

Daß die Fortsetzung dieses Sinnersdorfer Schichtstreifens (Aschau—Grodnau) in O-W-Streichrichtung umlenkend, einer synklinalen Einmuldung zwischen Bernsteiner und Rechnitzer Schiefergebirge entspricht, ist bereits erwähnt worden.

Der zuerst angegebene Sinnersdorfer Schichtstreifen (Mönichkirchen—Tauchen bei Friedberg-Sinnersdorf) wird nördlich und nordöstlich von Pinkafeld durch eine jüngere Quersenke nahezu zur Gänze abgeschnitten, welche das kleine Teilbecken von Wiesfleck—Schreibersdorf mit ausgesprochener Bruchumgrenzung schafft. Auch in dem Gebiet östlich von Wiesfleck (Waldwiesenberg) werden Brüche als Begrenzung der hier mehrfach miteinander abwechselnden Streifen von Sinnersdorfer Konglomeraten und jüngeren (marinen) Schottern vorausgesetzt.

Ein N-NNO streichender Bruch wird ferner im Raume Oberschützen—Willersdorf—Aschau vermutet, welcher die weiter nach N vordringende Partie von »Marinschottern« westwärts gegen die dort auftretenden Sinnersdorfer Schotter zu begrenzen scheint. An dem Bruche wäre demnach der Ostflügel abgesenkt.

Marinschichten, Sarmat und Unterpannon fügen sich, wie schon erwähnt, an dem durch Aufrichtung der Sinnersdorfer Schichten und durch Einbrüche in letzteren geschaffenen Rahmen ein, indem sie, mit nach außen hin abnehmender Neigung, von diesem abfallen. Erst die höherpannonischen Schotter greifen diskordant über die flacher oder steiler aufgerichteten, älteren Schichten hinweg. Ihre Lagerung zeigt sehr wenig Störungen. Das Vordringen dieser Schichtserie bis an das Gebirge bei Friedberg und, tief eingekerbten Erosionsrinnen folgend, in dieses tief hinein, erscheint mir nur unter der Voraussetzung einer Niederbiegung des Gebirgsrandes im höheren Pannon verständlich, wie sie sich übrigens am ganzen Nordsaum des steirischen Beckens zu erkennen gibt.

Den Beginn eines weiteren tektonischen Zyklus (vgl. V. Zyklus in »35«), welcher mit einer jedenfalls nicht gleichmäßigen, aber doch großzügigen Höherschaltung des Nordostsporns, unter teilweiser Mitnahme seiner Randzonen (insbesondere des Nordteils im Friedberger Becken), verbunden war, stelle ich erst ans Ende des Pannons. Hierauf geht, wie ich annehme, die Höhenlage der höherpannonischen Ablagerungen (bis nahe an 700 *m*!) und ihre weitgehende Abtragung und Zertalung, bei gleichzeitiger Absenkung und Aufschüttung noch jüngerer Bildungen in den östlichen Randsenken (nördlich und südlich des Rechnitzer Gebirges), zurück.

Einem letzten VI. Zyklus wird schließlich die — nach Entstehung jungpliozäner Abtragsflächen — einsetzende, spätpliozäne und quartäre Hebung und Zerschneidung des Nordostsporns und seiner Randbecken zugeschrieben. Deutlich läßt sich in dieser Phase an der Verteilung der Terrassen- und Flußablagerungen der Einfluß ungleichmäßiger Schollenbewegungen als leitendes Motiv der Erosionstätigkeit erkennen (vgl. hiezu Winkler, 31 und 33, Brandl, 4).

III. Morphologische Ergebnisse.

Es liegt nicht im Plan dieser vorläufigen Mitteilung, die morphologischen Ergebnisse näher zu erläutern. Es sei nur auf einige Hauptergebnisse verwiesen.

Über einen Teil des von mir studierten Gebietes hat R. Mayer (15) eine ausführliche morphologische Beschreibung geliefert, die viele bemerkenswerte Züge der Landschaftsentwicklung und Landschaftsgliederung klarlegt. Im speziellen beschreibt er die prächtige, in der Buckligen Welt und im Bernsteiner Gebirge ausgedehnte Rumpffläche, sowie in diese eingeschaltete tiefere Niveaus. Seinen Versuch, unter Mitverwertung geologischer Momente das Alter der Rumpffläche und der tieferen Niveaus festzustellen, kann ich dagegen, indem er meiner Meinung nach teils von unrichtigen, teils von ganz unzulänglichen geologischen Voraussetzungen ausgegangen ist, als nicht geglückt betrachten.

Schon vorher hatte J. Sölch (24) in den Gebirgsräumen zwischen Feistritz und Lafnitz (südwestlich des Wechsels) unter anderem in 900 bis 1000 *m* Höhe gelegene, sehr ausgeprägte Niveauflächen beschrieben, welche er als Fortsetzung der Rumpfflächen der Buckligen Welt ansah und denen er miozänes Alter zuschrieb; desgleichen in Kürze A. Aigner (1).

Das ausgeprägte Hochflächensystem der »Buckligen Welt« (im allgemeinen zwischen 700 bis 800 *m* Seehöhe gelegen) tritt bei Mönichkirchen an den Saum des Wechsels heran, indem es hier, wie schon Sölch (24) betonte, bis gegen 900 *m* ansteigt. Es übergreift ungestört den großen, die Sinnersdorfer Schichten durchsetzenden Bruch, an welcher deren Hauptmasse gegen das Grundgebirge des Wechsels abgesunken ist. Das Niveau ist demnach jünger als diese Störung. Dasselbe Hauptflächensystem greift ferner, begleitet von tieferen Fluren, tief in das Wechselmassiv ein (Großes Pischingbachtal bei Aspang, Schauereggergraben) und säumt auch die Südflanke des Wechsels bis ins Quellgebiet der Lafnitz als ein von unter 800 bis über 900 *m* aufsteigendes Niveau. Daraus folgt, daß das Hochgebiet des Wechsels in seiner grundlegenden morphologischen Ausgestaltung schon älter ist, als das Hauptflächensystem der Buckligen Welt und sich über letzteres bereits als ein Mittelgebirgsrücken erhoben hat.

Bezüglich des geologischen Alters der Hauptoberfläche der Buckligen Welt und der anschließenden, in das Gebirge eingreifenden Terrassen gilt folgendes: Zweifelsohne ist die Rumpffläche in der vorliegenden Form jünger als die letzten Bewegungen im älteren Pannon. Denn es wäre unbegreiflich, wenn jene Störungen, welche auch noch die unterpannonischen Schichten mit Annäherung an den Gebirgssaum allgemein schwach aufgerichtet haben, und welche den großen östlichen Randbruch des Wechsels, wenn auch nicht gerade angelegt, so doch weiter gebildet haben dürften, uns einen nahezu ebenen Verlauf dieser Landfläche und ihr Übergreifen von der Buckligen Welt an den Saum und in die Täler des Wechsels überliefert hätten. Ich vermute vielmehr, daß der letzte Abtragungsvorgang, welcher zur Schaffung dieses so deutlichen Landflächenniveaus geführt hat, erst die Zeit des höheren Pannons umfaßt und sein Abschluß erst ans Ende dieser Epoche fällt.

Aus der Zeit des ältesten Pliozäns (vor Eintritt der letzten großen Störungsphase im älteren Pannon) sind im Wechselgebiet und seinen Randzonen demnach zusammenhängende, eben verlaufende Talböden oder Landflächenreste kaum mehr vorauszusetzen.

Die speziell am Nordsaum des Friedberger Beckens unter dem Hauptniveau gelegenen tieferen Abstufungen greifen dort und in der Vorauer Bucht schon in unzweideutiger Weise in die höherpannonischen Aufschüttungen ein.

Durch diese Feststellungen ist ein Hinweis auf die Jugendlichkeit des Reliefs am Nordostsporn, welcher seine Zertalung erst im jüngsten Pliozän unter aufsteigender Bewegung erfahren hat, gegeben. Die weitgehende Abdeckung auch noch der pannonischen Schichten, deren hochgelegene Erosionsrelikte am Gebirgsrand das anschließende Tertiärhügelland noch um etwa 100 *m* überragen, steht ganz im Einklang mit den Abtragsgrößen, wie sie sonst im steirischen Becken ermittelt werden konnten; die gewaltige Anhäufung mittelmiozäner Sedimente (Sinnersdorfer Konglomerate und »Marinschichten«) weist hinwiederum auf sehr bedeutende Abtragswerte im Miozän hin, die sicherlich das Ausmaß der in den Ostalpen üblicherweise angenommenen Denudationen wesentlich übersteigen und ein Fingerzeig für eine relative Jugendlichkeit des alpinen Reliefs sind. An dieser Stelle sei aber besonders betont, daß gewisse Forscher (Stiny, »26«, p. 109, Kober, »13«, p. 109 bis 125) schon vor einiger Zeit auf ein sehr jugendliches Alter des Alpenrandreliefs hingewiesen haben und hiebei zum Teil noch weitergehende Annahmen vertreten, als sie von mir vorausgesetzt werden.

Zusammenfassung.

Aus dem Studium der tertiären Ablagerungen am Nordostsporn der Zentralalpen erwuchs die Feststellung einer äußerst mächtigen, mittelmiozänen Verschüttung (Sinnersdorfer Konglomerate) von großen Teilen der Buckligen Welt, von der heute nur mehr spärliche Reste in einzelnen, an einseitigen Brüchen eingesenkten Schollen erhalten geblieben sind. Die Schuttmassen wurden teils durch Bäche aus den angrenzenden, in tektonischer Ausgestaltung begriffenen Gebirgen, teils durch Wildbäche und Muren von nahegelegenen, schroffen Gehängen (vermutlich Bruchstufen) herbeigebracht und auf rasch sinkendem Boden aufgehäuft.[1] Die Begehungen haben eine Erweiterung des Bereichs der Sinnersdorfer Konglomerate und eine Gliederung in mehrere Horizonte ergeben. In der Krumbacher Senke beteiligen sich an ihrem Aufbau nebst gröberen Schottern auch feinere Sand- und Tegelablagerungen, teilweise von den Kalkbergen des Semmeringgebietes und dahinter abstammend, während die groben granitreichen Blockschotter des »Sinnersdorfer Bereichs« von einem später versunkenen Untergrund in der heutigen Pinkafelder Bucht abgeleitet werden.

[1] Ein benachbarter, mancherlei Analogie in der Entwicklungsgeschichte aufweisender Raum ist soeben durch R. Janoschek (11) in einer inhaltsreichen Studie beschrieben worden. Es ist hier nicht der Ort, darauf näher einzugehen.

Entgegen der Auffassung V Hilber's (9), welcher den Marinschichten im Bereich der Friedberg-Pinkafelder Bucht ein ganz geringfügiges Areal zugewiesen hatte, konnte durch mehrfache Fossilfunde dem »Marin« nunmehr ein nahezu 20 *km* langer, stellenweise mehrere Kilometer breiter Terrainstreifen zugesprochen werden, der auch die schon von W. Petrascheck als marin festgelegten Schotter und Sande des Kohlengebietes von Tauchen mitumfaßt. Die Marinablagerungen entwickeln sich durch Übergänge aus den tieferen Sinnersdorfer Schichten, zeigen an ihrer Basis Kohlenflötze und enthalten bei vorherrschend sandigem Charakter viele Einschaltungen quarzreicher Schottermassen. Sie deuten, meiner Meinung nach, die auch aus dem Wiener Becken bekannte tortonische Transgression (vgl. hiezu F. E. Suess, 27) an.

Im Bereich der Marinschichten wurden Eruptivvorkommnisse aufgefunden, von denen eines nach H. P. Cornelius Bestimmung (5) als Andesit, ein anderes aber nach seiner Erscheinungsform als ein im wesentlichen aus Sedimentschollen bestehender »Tuff« anzusprechen ist. Die tiefsten Teile der »Marinschichten« werden von diesen Eruptiven durchbrochen.

Die sarmatischen Schichten (Sande, Schotter und Tegel), deren Vorhandensein in der Pinkafelder Bucht von V. Hilber bezweifelt worden war, welchen dagegen 15 Jahre vorher K. Hoffmann — auf Kosten des Marins — zu große Ausdehnung zugewiesen hatte, konnten im Raume zwischen Lafnitz, Pinka und östlich davon bis Mariasdorf in einer an das Marin sich anschließenden Zone, durch zahlreiche Fossilfundpunkte belegt, sichergestellt werden.

An das Sarmat schließt sich das fossilreiche Unterpannon an (Congerien- und Cardientegel und Sande); das höhere Pannon dagegen, als Grobschotter, Bach- oder Deltaschotter, sowie als Sand und Tegel ausgebildet, greift diskordant über alle vorgenannten Schichtglieder über und dringt, Erosionsrinnen ausfüllend, ins ältere Gebirge ein. Es ist das jüngste Schichtglied, das noch am Aufbau der Landschaft teilnimmt.

Die Jungtektonik läßt erkennen, daß der Bereich der südlichen Buckligen Welt (östlich und nordöstlich des Hochwechsels) durch streichende Brüche in mehrere NNW-NW verlaufende Schollen zerlegt wurde, die einseitig nach SW geneigt, nach eben dieser Richtung durch Dislokationen begrenzt erscheinen. (Zone Mönichkirchen—Sinnersdorf, Zone Aschau—Grodnau und langgedehnter Zonenstreifen Kirchberg a. W.—Kulma b. Aspang—Krumbach—Schönau.) Diese drei »Sinnersdorfer« Schollen sind dort, wo sie aus dem Kristallin ans Becken herantreten, durch ein bogenförmig verlaufendes Band von Sinnersdorfer Schichten miteinander verknüpft, das stellenweise durch Einbrüche und Auftreten jüngerer Schichten unterbunden ist.

Während sich die marinen, sarmatischen und unterpannonischen Schichten, wenn auch mit abnehmenden Neigungen, im Bereich der

Friedberg-Pinkafelder Bucht an die Sinnersdorfer Serie anschließen, greifen die höherpannonischen Ablagerungen diskordant bei sehr flacher Lagerung vor. Zwischen dem unteren und dem höheren Pannon schaltet sich demnach eine bedeutende Bewegungsphase ein. Noch jüngere Bewegungsphasen bedingen die Höhenlage der pannonischen Sedimente und die jugendliche Zergliederung der Buckligen Welt.

Ein Blick auf die Schichtmächtigkeiten des Miozäns lehrt, daß speziell zur Zeit der Sinnersdorfer Konglomerate sehr bedeutende Abtragungen in den an den Senkungsraum des Nordostsporns anschließenden Gebirgszügen stattgefunden haben. Vermutlich wurde schon während des höheren Miozäns diese, in einzelnen Senken besonders mächtig aufgehäufte Schichtfolge wieder der Abtragung ausgesetzt und gewaltige Schichtmassen abgeräumt; in verstärktem Maße dann während der altpliozänen Bewegungen, welche in der aufgewölbten Scholle tiefe Rinnen entstehen ließen. Aber auch noch das Ausmaß spätpliozäner Aufwölbungen und Abtragungen ist ein bedeutendes.

Die in der Buckligen Welt als morphologisches Hauptniveau verfolgbare Rumpffläche wird für jünger, als die altpliozäne Bewegungsphase angesehen. Sie greift sowohl über aufgerichtetes Miozän und Grundgebirge wie auch über Störungen in gleicher Weise ungehindert hinweg. Sie wird ihrer Entstehungszeit nach ans Ende des Pannons verlegt und die in sie eingeschnittenen Terrassen in noch jüngere Abschnitte des Pliozäns verwiesen. Die Rumpffläche wurde von spätpliozänen Bewegungen gehoben und großräumig verstellt. Der Hochwechsel aber, in dessen Körper von der randlichen Rumpffläche aus zugehörige Terrassen, Talungen entlang, eingreifen, wird hier als eine ältere Erhebung angesehen, welche freilich durch die altpliozänen Störungen weitgehend umgestaltet wurde, so daß an derselben ungestört gebliebene, zusammenhängende, ältere Flächenreste nur örtlich zu erwarten sind.

Alles in allem haben die Studien wichtige Belege für die maßgebende Bedeutung noch sehr jugendlicher (pliozäner) Störungen und Abtragungen am Nordostsporn und für eine relative Jugendlichkeit des Gebirgsreliefs gebracht, auf welche aber hier nur kurz verwiesen wurde, da die Klarlegung ihrer regionalen Bedeutung für die Geschichte des Alpenrandes eine weiter ausgreifende Betrachtungsweise erfordern würde.

Literaturverzeichnis.

1. Aigner A., Die geomorphologischen Probleme am Ostrand der Alpen. Zeitschr. f. Geomorph., Bd. I, 1925.
2. Bandat H. v., Die geologischen Verhältnisse des Köszeg-Rechnitzer Schiefergebirges. Földtani Szemle. Tom. I, Fasz. 2, Budapest 1932.

Benda L., Geologie der Eisenberggruppe. »Acta Sabariensa«, Szombathely 1929.

4. Brandl W., Die tertiären Ablagerungen am Saum des Hartberger Gebirgssporns. Jahrb. d. Geol. Bundesanst. 1931, LXXXI. Bd., 3. und 4. Heft.

Cornelius H. P., Gesteine von Tauchen (Burgenland). Festschrift für Dr. Gayer, Szombathely 1933. (In Druck.)

6. Ehrenberg K., Bestimmung der Knochenreste von Friedberg nebst einigen Bemerkungen über dieselben. Verh. d. Geol. Bundesanst. in Wien, 1927, Nr. 4.

Friedl F., Über die Gliederung der pannonischen Sedimente des Wiener Beckens. Mitt. d. Geol. Ges. in Wien, Bd. XXIV, 1931.

8. Hassinger H., Geomorphologische Studien aus dem inneralpinen Wiener Becken und seinem Randgebirge. Penck's geogr. Abhandlungen, Leipzig 1905.

9. Hilber V., Das Tertiärgebiet um Hartberg in Steiermark und Pinkafeld in Ungarn. Jahrb. d. Geol. Reichsanst. in Wien, 1894, 3. Heft,

10. Hoffmann K., Mitteilungen der Geologen d. kgl. ungar. Anstalt über ihre Aufnahmsarbeiten im Jahre 1876. Verh. d. Geol. Reichsanst. in Wien, 1877.

11. Janoschek R., Die Geschichte des Nordrandes der Landseer Bucht im Jungtertiär. Mitt. d. Geol. Ges. in Wien, 1931, XXIV. Bd., erschienen 1932.

12. Jugovics L., Geologische und petrographische Verhältnisse des Borostyánkőer Gebirges. Jahresber. d. Ung. geol. Reichsanst. für 1916, Budapest.

13. Kober L., Geologie der Landschaft um Wien. Verlag Jul. Springer, Wien 1926.

14. Liebscher K., Der Braunkohlenbergbau bei Tauchen (Südburgenland). Mont. Rundschau, XVII. Jahrg., 1925.

15. Mayer R., Morphologie des mittleren Burgenlandes. Denkschr. d. Akad. d. Wiss. in Wien, mathem.-naturw. Kl., 102. Bd., 1929.

16. Mohr H., Geologie der Wechselbahn (insbesondere des großen Hartbergtunnels). Denkschr. d. Akad. d. Wiss. in Wien, mathem.-naturw. Kl., LXXXII. Bd., Wien 1923.

17. — Zur Tektonik und Stratigraphie der Grauwackenzone zwischen Schneeberg und Wechsel. Mitt. d. Geol. Ges. in Wien, III. Bd., 1910.

18. — Eolithe in der Nordoststeiermark? Jahrb. d. Geol. Reichsanst. in Wien, 1912, 62. Bd.

19. Petrascheck W., Kohlengeologie der österreichischen Teilstaaten. VI. Braunkohlenlager der österreichischen Alpen, p. 31—36.

20. — Ebendort. VII. Die tertiären Senkungsbecken am Fuß der Alpen, p. 11—14. Berg- und hüttenmänn. Jahrb., 73. Bd., Wien 1926.

21. Petrascheck W. E., Einiges über Geröllführung im inneralpinen Miozän. Verh. d. Geol. Bundesanst. in Wien, 1929.

Schaffer F. X., Geologische Geschichte und Bau der Umgebung Wiens. Wien, Verlag Deuticke, 1927.

23. Schwinner R., Zur Geologie der Steiermark. Die Gesteine und ihre Vergesellschaftung. Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. in Wien, mathem.-naturw. Kl., Abt. I, 141. Bd., 8. bis 10. Heft, Wien 1932.

24. Sölch J., Alte Flächensysteme im ostmurischen Randgebirge Steiermarks. Sonderabdruck aus »Zur Geographie der deutschen Alpen«. Festschrift für Prof. Dr. R. Sieger, Wien 1924. Verlag S. W. Seidel & Sohn.

— Das Semmeringproblem. Festschrift für Prof. Heiderich, Wien 1923.

26. Stiny J., Hebung oder Senkung? Petermann's Geogr. Mitt. 1924. Heft 9 und 10.

Suess F. E., Grundsätzliches zur Entstehung der Landschaft Wien. Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges., Bd. 81, Jahrg. 1929, Heft 5.

28. Wieseneder H., Studie über die Metamorphose im Altkristallin des Alpenostrandes. Min. und petr. Mitt., Bd. 42, Heft 2.

29. Winkler A., Über jungtertiäre Sedimentation und Tektonik am Ostrand der Alpen. Mitt. d. Geol. Ges. in Wien, 1914.

30. — Untersuchungen zur Geologie und Paläontologie des steirischen Tertiärs. Jahrb. d. Geol. Reichsanst. in Wien, 1913 (p. 598).

31. Winkler A., Das Abbild der jungen Krustenbewegungen im Talnetz des steirischen Tertiärbeckens. Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. in Berlin, 78. Bd., 1926, Abh. 4.

32. — Die geologischen Aufschließungen beim Bau der Bahnlinie Friedberg—Pinkafeld und der geologische Bau des nordoststeirischen Tertiärbeckens (vorläufige Mitteilung). Verh. d. Geol. Bundesanst. in Wien, 1927, Nr. 4.

33. — Die morphologische Entwicklung des steirischen Beckens in der jüngeren Tertiärzeit. Mitt. d. Geogr. Ges. in Wien, 1927.

34. — In »Erläuterungen zu den Exkursionen der Tagung der Deutschen geologischen Gesellschaft in Wien, 1928«. Führer zur geologischen Exkursion in das südliche Wiener Becken (Burgenland), an die Ostflanke des Hochwechsels usw. (p. 50—55), Wien 1928.

35. — Über Probleme ostalpiner Geomorphologie. Mitt. d. Geogr. Ges. in Wien, Bd. 72, 1929.

36. — Vorläufiger Bericht über Tertiärstudien am Nordostsporn der Zentralalpen. Akad.-Anzeiger Nr. 22, Wien 1932.

37. — Über zwei interessante Gesteinsvorkommen von Aschau (Burgenland). Festschrift für Dr. Gayer, Szombathely 1933. (In Druck.)
